



KONGERIKET NORGE  
The Kingdom of Norway

00788902  
TNO 99/00299

REC'D 27 OCT 1999

WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN

COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2  
20/04

EKV

Bekreftelse på patentsøknad nr  
*Certification of patent application no*

1998 4560

► Det bekreftes herved at vedheftede dokument er nøyaktig utskrift/kopi av ovennevnte søknad, som opprinnelig inngitt 1998.09.30

► It is hereby certified that the annexed document is a true copy of the above-mentioned application, as originally filed on 1998.09.30

1999.10.06

*Freddy Strømmen*

Freddy Strømmen  
Seksjonsleder

*Ellen B. Olsen*

Ellen B. Olsen



PATENTSTYRET

1e

PATENTSTYRET

30.SEP98 984560

---

## Ny patentsøknad

**Oppfinnelse:** Innretning og framgangsmåte for bruk av karbon som  
katalysator ved pyrolytisk produksjon av hydrogen og  
karbon.

---

**Søker:** Prototech AS  
Fantoftveien 38,  
Postboks 6034  
5020 Bergen

**Oppfinner:** Arild Vik  
Slettenveien 76,  
5065 Blomsterdalen

**Dato:** 24.09.98

Oppfinnelsen omfatter framgangsmåte, innretning og anvendelse for energieffektiv pyrolyttisk framstilling av hydrogen og karbon, basert på naturgass, metan- eller andre organiske gasser som råstoff.

Framgangsmåten for utfelling av fast karbon er karakterisert ved å

---

benytte finfordelt karbonstøv som katalysator i utfellingsprosessen.

Gassens karbonmolekyler binder seg til katalysatorens partikler på en slik måte at disse vokser til en utskilbar størrelse. Katalysatormaterialet blir fornyet gjennom kontinuerlig tilførsel av oppmalt karbon fra prosessen.

---

Innretningen er utformet som et varmeisolert reaksjonskammer, med plass for katalysatormateriale. Temperaturen i reaksjonsområdet blir regulert ved hjelp av tilført energi. Oppvarming kan foregå med alternative varmekilder, og systemet kan derfor bruke spillvarme fra høytemperatur-prosesser som energikilde for hele – eller deler av prosessen. Innretningen har vist seg effektiv innenfor et temperaturspekter fra 400 °C til 2000 °C. Reaksjonshastighet og sluttproduktenes renhetsgrad kan kontrolleres og styres ved optimalisering av trykk og temperatur.

Videre omfatter oppfinnelsen anvendelse av kompakte pyrolysesystemer for bruk i kjøretøyer, til forprosessering av hydrokarbonholdige gasser, til drivstoff for polymere brenselsseller. Brenselcellene bruker hydrogen som drivstoff, og genererer elektrisk strøm til kjøretøyets framdrift. Både pyrolysesystemet og brenselcellene kan bygges så kompakte at de får plass i ordinære kjøretøyer.

Innretning og framgangsmåte er spesielt velegnet for bruk i miljøer der tilgangen på hydrogen og oksygen er begrenset, mens tilgangen på energi er god. Eksempler på slike miljøer er fartøyer og enheter som opererer utenfor jordens atmosfære.

---

Kjemisk rent karbon (carbon black) har i mange år vært et viktig industriprodukt. Store mengder blir brukt til bildekkproduksjon. Stoffet inngår også i malingsprodukter, smørremiddler og medisinske produkter.

---

Gjennom årene har det blitt utviklet en rekke metoder for produksjon av karbon fra hydrokarbonholdige gasser. Spalting av karbon og hydrogen fra slike gasser er nå aktualisert av miljøhensyn i forbindelse med naturgassbasert produksjon av elektrisk strøm. Innen romfartsteknologien er det også interesse for hydrogenproduksjon, som et ledd i produksjon av vann til bemannede romferder/romstasjoner.

En kjent teknikk for å spalting av hydrokarboner er bruk av lysbue. Denne metoden beskrives i US.Pat. no. 5,527,518. En annen metode beskrives i US.Pat.no. 4,631,180. Begge metodene innebærer forbrenning, og gjør bruk av oksygen i produksjonen.

En metode for spalting av hydrokarboner er beskrevet i US.Pat.no. 5,198,084. Denne metoden er brukt ved gassifisering av karbonholdig materiale, og gassen oppvarmes ved hjelp av mikrobølge-teknologi, i en såkalt "plasma-reaktor".

De omtalte metodene for å skille hydrogen og karbon fra hydrokarboner gjør bruk av ulike oppvarming- og forbrenningsprosesser i atmosfærer med oksygenunderskudd. Fremgangsmåten i følge oppfinnelsen skiller

seg vesentlig ut fra disse teknikkene, ved å gjøre bruk av karbonstøv som katalysator ved spalting av hydrokarboner i et oksygenfritt miljø.

---

Framgangsmåte og innretning, i følge oppfinnelsen, skal brukes i et prosessanlegg for produksjon av hydrogen og karbon, basert på naturgass, metan og andre organiske gasser som råstoff. Systemet er vist på prinsippskisse fig.1. Gass (1) som inneholder hydro-karboner blir ledet gjennom et filter (2), inn i et varmeisolert reaksjonskammer (3) og varmet opp ved hjelp av elektriske varmetråder (4), eller spillvarme fra andre høytemperatur prosesser. Temperaturen i reaksjonskammeret (3) blir gitt en stigende gradient i strømningsretningen (fra bunn til topp), fra 300 til maksimalt 2000 °C. Reaksjonskammeret (3) inneholder finfordelt karbonstøv (5) som fungerer som katalysator ved utskilling av fast karbon fra gassen. Karbonmolekyler i den oppvarmede gassen binder seg til karbonstøvet (5) på en slik måte at katalysatorens partikler vokser. De voksende karbon- partiklene blir skilt ut ved hjelp av et mekanisk system (eksempelvis en sentrifuge), i reaksjonskammerets nedre del (6), når kornstørrelsen når et ønsket nivå. Innholdet av karbon i gassen får en synkende gradient oppover i reaksjonskammeret (3), og øverst består gassen hovedsakelig av hydrogen (12). Den hydrogenrike gassen, føres vider til et separasjonskammer (7) der delen av gassen blir tatt ut gjennom et membranfilter (8). Andelen av gass (9) som blir skilt ut kan optimaliseres med hensyn til hydrogenets renhetsgrad. Før lagring (10) blir gassen (9) ledet gjennom et filter (11) for fjerning av sporstoffer. Den delen av gassen (12) som ikke blir skilt ut i separasjonskammeret (3) returneres til reaksjonskammerets innmatingside.

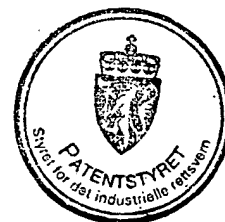
På vei mot sporstoff-filteret (11) går den prosesserte gassen (9) gjennom en varmeveksler (13) til forvarming av innmatet gass (1). Varmeveksling mellom prosessert- og innmatet gass medfører at systemets behov for tilførte energi reduseres

---

Utskilling av granulert karbon skjer kontinuerlig i reaksjonskammerets nedre del (6). Ettersom katalysatorens partikler vokser og blir skilt ut, trenger systemet tilføring av nytt katalysatormateriale.

---

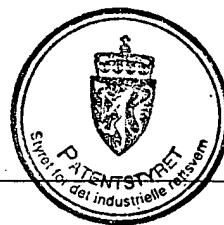
I følge oppfinnelsen blir katalysatormateriale kontinuerlig produsert ved at kontrollerte deler (15) av det utskilte karbonet (14) resirkuleres, oppmales i en mølle (16), og injiseres i reaksjonskammerets øvre del. Denne resirkulasjonsprosessen opprettholder en optimal balanse med hensyn til katalysatorpartiklenes mengde og størrelsesfordeling.



## Patentkrav

1. Framgangsmåte for pyrolytisk framstilling av hydrogen og karbon fra metan og andre organiske gasser *karakterisert ved* bruk av karbonstøv som katalysator for utfelling av karbon i en lukket prosess, der karbonutfellingen skjer ved at gassens blir ført gjennom et oppvarmet reaksjonskammer slik at gassens karbonmolekyler binder seg til de katalytiske partikler på en slik måte at disse stadig vokser, og mekanisk kan skiles ut når størrelsen når et forhåndsbestemt nivå.
2. Framgangsmåte for pyrolytisk framstilling av hydrogen og karbon fra metan og andre organiske gasser, i følge krav 1 og 2, *karakterisert ved* å lede ferdigprossesert hydrogengass gjennom et varmevekslings-system som bidrar til å opprettholde temperaturen i reaksjonsområdet.
3. Framgangsmåte for pyrolytisk framstilling av hydrogen og karbon fra metan og andre organiske gasser, i følge krav 1, 2 og 3, *karakterisert ved* å male opp kontrollerbare mengder utfelt karbon, og returnere dette til reaksjonskammeret, i en kontinuerlig prosess, til opprettholdelse av en optimal balanse med hensyn til karbonpartiklenes mengde og størrelsesfordeling.
4. Innretning for pyrolyttisk fremstilling av hydrogen og karbon fra metan og andre organiske gasser, i et lukket system *karakterisert ved* et varmeisolert reaksjonskammer, fylt med porøst karbonstøv med katalyttisk effekt, der temperaturen kan kontrolleres ved tilførsel av elektrisk energi eller spillvarme fra høytemperaturprosesser.

5. Anvendelse av kompakte pyrolysesystemer, til bruk i kjøretøyer, til forprossesering av naturgass, metan og andre organiske gasser, i den hensikt å produsere hydrogen til drivstoff for polymere brenselceller, som skal genererer elektrisk strøm til kjøretøyets framdrift.
- 





### Sammendrag

Oppfinnelsen omfatter framgangsmåte, innretning og anvendelse for pyrolyttisk framstilling av hydrogen og karbon, basert på naturgass

---

metan- eller andre organiske gasser som råstoff. Framgangsmåten for

utfelling av fast karbon er karakterisert ved å benytte finfordelt

karbonstøv som katalysator i utfellingsprosessen. Innretningen er

utformet som et reaksjonskammer som inneholder katalysatoren.

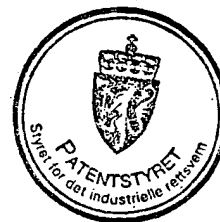
Temperaturen i kammeret kan kontrolleres ved tilføring av elektrisk-

eller annen energi. Videre omfatter oppfinnelsen anvendelse av

kompakte pyrolysesystemer i kjøretøyer, til forprosessering av

hydrokarbonholdige gasser, til drivstoff for polymere brenselsseller, som

skal generere elektrisk strøm til kjøretøyets framdrift.



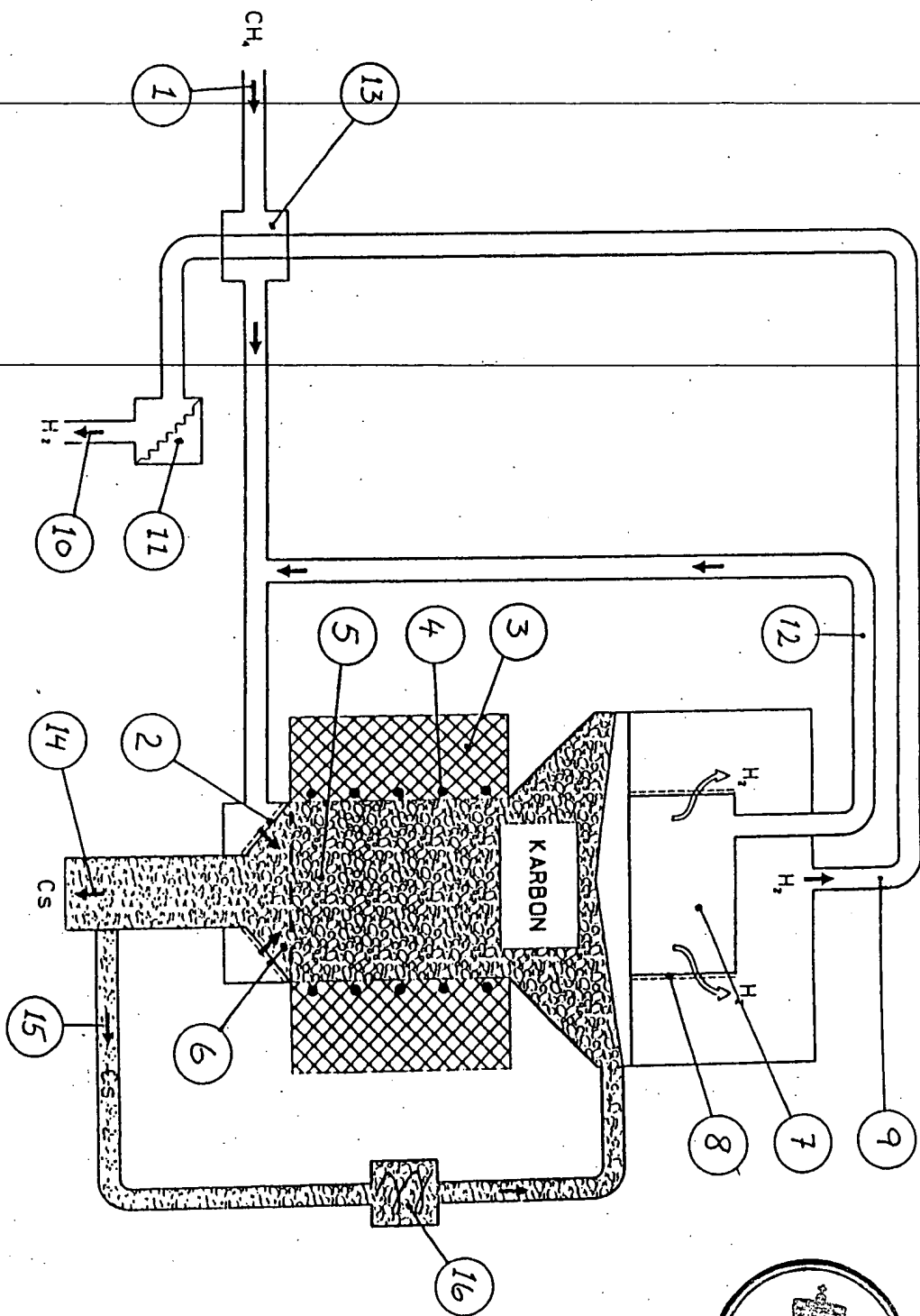


Fig. 1

